



บทความวิจัย

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กาลทิwa สุญราช¹ และวรรณพล พิมพะสาลี^{2,*}

¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: pwannapol@yahoo.com

รับบทความ: 6 ตุลาคม 2561 ยอมรับตีพิมพ์: 29 พฤศจิกายน 2561

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนจำเนื้อหา จำวิธีทำตามตัวอย่างนั้น ทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาเท่าที่ควร เนื่องจากไม่ได้ส่งเสริมขั้นตอนการคิดของนักเรียน วิธีการหนึ่งที่รู้จักกันแพร่หลายที่ช่วยฝึกนักเรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยเน้นขั้นตอนการคิดของนักเรียน คือ การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดสว่างคงคา อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 15 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม จำนวน 8 แผน และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.65 ($\bar{X}=16.73$, S.D.= 1.39) และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนภายหลังจากใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม สูงกว่าก่อนเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: แนวคิดของโพลยา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแยกตัวประกอบของพหุนาม

อ้างอิงบทความนี้

กาลทิwa สุญราช และวรรณพล พิมพะสาลี. (2561). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(2), 206-215.

Research Article

The teaching management using problem solving process with Polya's concept on polynomial factorization for grade-9 Students

Kaltiva Soonrat¹ and Wannapol Pimpasalee^{2,*}

¹Bachelor of Education Program in Mathematics, Kalasin University

²Department of Science and Mathematics, Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University

*Email: pwannapol@yahoo.com

Received <6 October 2018>; Accepted <29 November 2018>

Abstract

Learning management focused on students to remember content and to remember how to follow the example, students do not succeed in solving problems as they should. It does not promote the thinking process of students. One of the most popular ways to train a student to solve a problem by emphasizing the thinking process of the students is to train the students with problem solving skills based on the concept of the Polya. By this reason, the purpose of this study were 1) to study the students' learning achievement on polynomial factorization after using the exercises of problem solving with Polya's concept for Grade-9 students, and 2) to compare the learning achievement on polynomial factorization for Grade-9 students between before and after learning using the exercises of problem solving with Polya's concept. Using simple random sampling, the samples of this study were 15 Grade-9 students at Thetsaban 2 Wat Sawang Khongkha School, Muang district, Kalasin province studying in the first semester of the academic year 2018. Instruments were 8 lesson plans using problem solving process with Polya's concept on polynomial factorization and the test of knowledge regarding polynomial factorization. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test. The results of the study were as follows: 1) the percentage of students' learning outcome was 83.65 (\bar{X} =16.73, S.D.= 1.39), and 2) post-test scores after the use of problems solving exercise with Polya's concept regarding polynomial factorization was significantly higher than pre-test scores at the level of confidence of 0.05.

Keywords: Polya's concept, learning achievement, polynomial factorization

Cite this article:

Soonrat, K. and Pimpasalee, W. (2018). The teaching management using problem solving process with Polya's concept on polynomial factorization for grade-9 students. *Journal of Science and Science Education*, 1(2), 206-215.

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม วิทยาศาสตร์ ตลอดจนเทคโนโลยี และสิ่งต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยการศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคนเพื่อให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขเป็นมนุษย์ที่มีคุณภาพและสามารถเต็มศักยภาพ ซึ่งเป็นที่ทราบทั่วกันแล้วว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานก็เป็นส่วนหนึ่งในการยกระดับและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น โดยจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมสภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักศึกษามีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

วิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นเรื่องของการคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถที่จะพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนจึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการสอนที่จัดบทเรียนน่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาจะเสริมสร้างสติปัญญาของมนุษย์ให้สามารถคิดอย่างมีกระบวนการและเหตุผล นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้คณิตศาสตร์เป็นหลักในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในศาสตร์แขนงอื่นๆ รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ในปัจจุบันพบว่าผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ นักเรียนส่วนมากยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ดังเช่นผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 26.30 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561) และในระดับโรงเรียนเทศบาล 2 วัดสว่างคงคามณีผลการประเมินในระดับที่ต้องปรับปรุง จากรายงานดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ

จากการวิเคราะห์สาระและเนื้อหาพบว่า เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามมีเนื้อหาเป็นลักษณะนามธรรมมากกว่ารูปธรรมจึงทำให้ยากต่อการสร้างความเข้าใจ และยังเป็นเนื้อหาที่สำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นที่สูงขึ้น เช่น การแก้สมการและอสมการของพหุนามในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ถ้าแยกตัวประกอบของพหุนามไม่ได้ก็จะหาคำตอบของสมการและอสมการได้เช่นกัน ผู้วิจัยเห็นว่าการแยกตัวประกอบของพหุนามจำเป็นที่จะต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหาที่เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนที่เป็นระบบและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหา สามารถวิเคราะห์ แยกแยะและมีการวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้มา ซึ่งจะทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพและเกิดความคงทนการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา ก็ถือเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

Polya (1957) บิดาแห่งคณิตศาสตร์สมัยใหม่ที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปได้เสนอแนวคิดการแก้ปัญหามathematics ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมากโดยกระบวนการแก้ปัญหามathematics แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (2) ขั้นวางแผน (3) ขั้นดำเนินการตามแผน และ

(4) ขั้นตอนตรวจสอบ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจึงเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาคือเป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน สอดคล้องกับการวิจัยของ Olaniyan et al. (2015) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลกระทบที่มีต่อการเรียนวิชาไฟฟ้ากระแสของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการเรียนดีกว่านักเรียนที่ผ่านการสอนโดยวิธีปกติ ซึ่งก็ถือเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงประโยชน์ของแนวคิดการแก้ไขปัญหาคือของโพลยาที่ชัดเจน

ในแง่ของการใช้แนวคิดการแก้ไขปัญหาคือของโพลยาในการจัดการเรียนการสอนทางด้านคณิตศาสตร์นั้น มีผู้ที่ได้ทำการศึกษาอีกหลายท่าน เช่น วราจคณา สำอางค์ และคณะ (2560) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างดี อิศารัตน์ โคตรธรรมณี และศิริพร ศรีจันทร์ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหมากแข้งซึ่งเสริมด้วยกระบวนการแก้ไขปัญหาคือของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งนักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก กนกวรรณ ประกอบศรี และธนพล ตีรชาติ (2561) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร โดยใช้แบบฝึกทักษะเทคนิคการแก้ปัญหาคือของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้นและนักเรียนมีความคงทนในการเรียนมากขึ้น เป็นต้น

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **แบบแผนการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน
2. **ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย**
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดสว่างคงคา อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดสว่างคงคา อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอน
3. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคือตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล
สำหรับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้

3.1.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม ให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ได้จัดไว้ จากนั้นครูและนักเรียนทบทวนเนื้อหาโดยการถามตอบ

3.1.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ครูแจกเอกสารแนะนำบทเรียนและแบบฝึกทักษะโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาโดยมีจำนวนข้อเท่ากับจำนวนกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ (Understanding the problem) เป็นขั้นที่บอกได้ว่าเป็นโจทย์เป็นพหุนามชนิดใด บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นที่บอกได้ว่าแยกตัวประกอบพหุนามโดยวิธีการใด และเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นที่แสดงวิธีการแยกตัวประกอบของพหุนามซึ่งจะได้คำตอบของโจทย์

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking back) เป็นขั้นที่คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่และการตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่ ครูและนักเรียนช่วยกัน สรุปเอกสารแนะนำบทเรียน สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำแบบฝึกทักษะ โดยนักเรียนทุกคนต้องเขียนเป็นรายบุคคลและจับคู่กับเพื่อนในกลุ่มเพื่อสลับกันตรวจ หลังจากนั้นครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มมากลุ่มละ 1 คน เพื่อออกมาทำโจทย์หน้ากระดาน 1 ข้อ สุ่มทุกกลุ่มจนครบทุกข้อ โดยครูและนักเรียนพิจารณาความถูกต้อง พร้อมบันทึกผลลงสมุด

3.1.3 ขั้นสรุป นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้จากการเรียน

3.1.4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนไปทำเป็นการบ้าน

3.2 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม

3.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม โดยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ วัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ โดยสร้างข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.2.3 พัฒนาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคำถามรายข้อกับผลการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ได้ รวมทั้งตรวจสอบความเป็นปรนัยและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 30 คน คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ วิเคราะห์โดยเกณฑ์ 27% มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.82 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.75 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

4. ขั้นตอนในการทดลอง

4.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามจำนวน 20 ข้อ เพื่อเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบกับคะแนนที่วัดได้จากการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

4.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จำนวน 8 แผน โดยสัปดาห์ละ 2 แผน แผนละ 50 นาที เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

ลำดับ	วัน	การจัดกิจกรรม	พฤติกรรม
1	จันทร์	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสอง	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสองได้
	พุธ	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสอง	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นผลต่างกำลังสองได้
2	จันทร์	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้	นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์ได้
	พุธ	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสองที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็มได้
3	จันทร์	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้วิธีการจัดพหุนามให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง ผลบวกของกำลังสาม หรือผลต่างของกำลังสาม	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้วิธีการจัดพหุนามให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง ผลบวกของกำลังสาม หรือผลต่างของกำลังสามได้
	พุธ	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 การแยกตัวประกอบพหุนามโดยใช้สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ และสมบัติการแจกแจง	นักเรียนสามารถแก้โจทย์การแยกตัวประกอบพหุนามโดยใช้สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่ และสมบัติการแจกแจงได้
4	จันทร์	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มโดยใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือ	นักเรียนสามารถแก้โจทย์การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มโดยใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือได้
	พุธ	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มโดยใช้ทฤษฎี	นักเรียนสามารถแก้โจทย์การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีสัมประสิทธิ์ของแต่ละพจน์เป็นจำนวนเต็มโดยใช้ทฤษฎีได้

4.3 หลังจากจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาสิ้นสุดแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามแบบคู่ขนาน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ประมวลผลข้อมูลดังนี้

5.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามโดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม โดยใช้สถิติ T - test for dependent samples

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็น 2 ประเด็นดังนี้

1. การศึกษาทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะ มีค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ (N=15)	ก่อนใช้แบบฝึกทักษะ (20 คะแนน)	กิจกรรม (60 คะแนน)	หลังใช้แบบฝึกทักษะ (20 คะแนน)
คะแนนเฉลี่ย	5.80	47.58	16.73
S.D.	1.88	4.98	1.39
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	29.00	79.30	83.65

จากตารางที่ 2 จะพบว่าเมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนโดยเสริมแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.73 คิดเป็นร้อยละ 83.65 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.39

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเป็นการนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะ มาหาผลต่าง โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน คือ การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (T-test for dependent samples) ซึ่งผลวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม

ผลสัมฤทธิ์	N	\bar{x}	S.D.	ΣD	ΣD^2	t
ก่อนเรียน	15	5.80	1.88	164	1,892	15.93*
หลังเรียน	15	16.73	1.39			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนโดยเสริมแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 3 โดยใช้กระบวนการสอนใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาโดยรวม พบว่า การใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.73 คิดเป็นร้อยละ 83.65 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.39 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 80 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกทักษะที่มีกระบวนการ ออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารต่างๆ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกทักษะ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำความคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยามาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอน มีการวิเคราะห์ปัญหาโดยมีการจำแนกแยกแยะ โดยผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาเริ่มต้นจากกระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน เริ่มจากขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่บอกได้ต้องใช้วิธีการหรือยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาและเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการคิดคำนวณเป็นอย่างดี ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นขั้นที่คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่และการตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่ โดย กิรกานต์ คำขาว และคณะ (2559) กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยาและผังกราฟิกสามารถพัฒนาผลการเรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ ศิลา กาญจน์ รุ่งเรือง และคณะ (2559) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาเป็นรูปแบบที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการทำงานร่วมกันของนักเรียนได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเท่ากับ 5.8 คะแนน และค่าเฉลี่ยหลังการทดลองเท่ากับ 16.73 คะแนน และมีทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้กระบวนการสอนใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามหลักของโพลยาสูงกว่าก่อนใช้แบบฝึกทักษะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนใช้แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีลักษณะการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิชากร ทองระยับ และคณะ (2558) ได้สร้างแบบฝึกทักษะ เรื่อง ความน่าจะเป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิษฐา หาญสมบัติ (2558) ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะผลการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนโดยเสริมแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.73 คิดเป็นร้อยละ 83.65 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.39

2. ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนโดยเสริมแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปัญหาที่พบในการวิจัย

1. เนื้อหาในการจัดกิจกรรมกระบวนการมีมากเกินไปไม่เหมาะสมกับเวลา นักเรียนจึงต้องทำแบบเร่งรีบ ส่งผลต่อคะแนนในบทเรียน
2. เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลา ทำให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะการแยกตัวประกอบของพหุนามได้ไม่เต็มที่

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์
 - 1.1 ครูผู้สอนที่ต้องการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ควรได้ศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการใช้ให้เต็มที่ และจัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อยก่อนนำไปใช้
 - 1.2 ครูผู้สอนสามารถปรับเนื้อหาสาระในบางแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระดับชั้นอื่นๆ และหลักสูตรสถานศึกษาแล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทุกระดับชั้น
 - 1.3 ครูผู้สอนควรมีการปรับแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดเตรียมสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลประเมินผล
 - 1.4 ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ครูต้องคอยสังเกตและให้ความช่วยเหลือแนะนำ ถ้านักเรียนไม่สามารถปฏิบัติได้
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป
 - 2.1 ควรมีการสร้างแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ
 - 2.2 ควรมีการนำแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ไปใช้กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระดับสติปัญญา เจตคติของนักเรียน เป็นต้น
 - 2.3 ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์โดยวิธีอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนแรกได้รับการสนับสนุนจาก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษามหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ และผู้วิจัยคนที่สองได้รับการสนับสนุนจาก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ ประกอบศรี และธนพล ตีรชาติ. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร โดยใช้แบบฝึกทักษะเทคนิคการแก้ปัญหามาของโพลยาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 (หน้า 611-620). วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2561. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- กิริกานต์ คำขาว วีระศักดิ์ ชมภูคำ และพิชญ์สินี ชมภูคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยาและผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารบัณฑิตวิจัย, 7(2), 73-89.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- ชนิษฐา หาญสมบัติ. (2558). ผลการใช้แบบฝึกทักษะ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย

- ระดับชาติ “สร้างสรรค์และพัฒนา เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคมอาเซียน” ครั้งที่ 2 (หน้า 219-227). วันที่ 18-19 มิถุนายน 2558. นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- ทิชากร ทองระยับ ธนิน กระแสร์ และวันทนี นามสวัสดิ์. (2558). ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องความน่าจะเป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**, 7(2), 15-38.
- ธิดารัตน์ โคตรมณี และศิริพร ศรีจันทะ. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นภาษาอังกฤษ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหมากแข้งโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล (TAI) เสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ราชภัฏเลยวิชาการ ประจำปี 2561 “การบูรณาการภูมิปัญญาสู่นวัตกรรมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน” (หน้า 1754-1761). วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2561. เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- วรางคณา สำอางค์ พรชัย ทองเจือ และผ่องลักษณ์ จิตต์การุญ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 11(1), 52-61.
- ศิลาภาญจน์ รุ่งเรือง วีระศักดิ์ ชมภูคำ และพิชญ์สินี ชมภูคำ. (2559). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการทำงานร่วมกันโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารบัณฑิตวิจัย**, 7(2), 107-121.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2561, จาก **เว็บไซต์สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน):** http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2560.pdf
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสารภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Olaniyan, A. O. Omosewo, E. O. and Nwankwo, L. I. (2015). Effect of Polya problem-solving model on senior secondary school students' performance in current electricity. **European Journal of Science and Mathematics Education**, 3(1), 97-104.
- Polya, G. (1957). **How to solve It: A new aspect of mathematical method** (2nded). New York: Doubleday and Company.